

BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 12 MAY 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 15 402.7

**Anmeldetag:** 04. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** Voith Turbo GmbH & Co KG,  
89522 Heidenheim/DE

**Bezeichnung:** Antriebsanlage und Verfahren zur Optimierung  
der Energiebereitstellung für ein Kühlsystem  
einer Antriebsanlage

**IPC:** F 01 P 7/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. April 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
im Auftrag

Sieck

## Antriebsanlage und Verfahren zur Optimierung der Energiebereitstellung für ein Kühlsystem einer Antriebsanlage

5 Die Erfindung betrifft eine Antriebsanlage, im Einzelnen mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1; ferner ein Verfahren zur Optimierung der Energieversorgung für ein Kühlsystem zur Kühlung wenigstens eines Aggregates einer Antriebsanlage.

15 Antriebsanlagen für stationäre oder mobile Anwendungen, insbesondere für den Einsatz in Fahrzeugen umfassen mindestens eine Antriebsmaschine, welche für mobile Anwendungsfälle in der Regel als Verbrennungsmotor ausgeführt sind. Diese benötigen zur Abfuhr der beim Verbrennungsprozess entstehenden Wärme ein Kühlsystem. Das Kühlsystem umfasst in der Regel einen Kühlmittelkreislauf zum Führen eines Kühlmediums, eine Kühleinrichtung, die in der Regel als  
20 Wärmetauscher ausgeführt ist sowie eine Fördereinrichtung zum Umwälzen des Kühlmittels im Kühlmittelkreislauf, in der Regel eine Kühlmittelumwälzpumpe. Ferner ist der Kühleinrichtung zur Realisierung eines optimalen Wärmeübergangs an die Umgebung und den Transport der Umgebungsluft eine Einrichtung in Form eines Lüfters bzw. Ventilators zugeordnet. Bei bekannten Ausführungen wird  
25 dieser Lüfter durch die Antriebsmaschine, insbesondere den Verbrennungsmotor angetrieben. Die dadurch der Kühleinrichtung zuführbare Luftmenge ist dabei proportional der Motordrehzahl. Ein wesentlicher Nachteil dieses Systems besteht dabei in der langsamen Reaktionszeit und der unzureichenden Anpassung der bereitstellbaren Kühlleistung an den tatsächlichen Bedarf. Wird eine zu große Luftmenge bereitgestellt, d.h. bei hoher Drehzahl der Antriebsmaschine, wird  
30 dadurch unnötig viel Energie für den Lüfterantrieb aufgewandt, welche zur Bereitstellung der erforderlichen Kühlleistung gar nicht erforderlich wäre. Ist die Luftmenge zu gering, regelt der Motor seine Leistung zurück. Es sind ferner Lösungen bekannt, bei denen der Lüfter abschaltbar ist oder verschiedene Übersetzungsstufen zum Lüfterantrieb geschaltet werden können. Auch diese Systeme zeichnen sich durch eine langsame Reaktionszeit und unzureichende

Anpassung der über das Kühlsystem bereitstellbaren Kühlleistung an den tatsächlichen Bedarf, der durch die Antriebsaggregate, zumindest der Antriebsmaschine bedingt wird, aus.

- 5      Andere Systeme sind durch die Verwendung von Mitteln zur Beeinflussung der Lüfterleistung zwischen Antriebsmaschine und Lüfter charakterisiert. Denkbar sind mechanische Kupplungssysteme, die in Abhängigkeit der Temperatur des Kühlmediums schließen, wobei eine direkte Proportionalität zwischen der Kopplung beziehungsweise Anpressdruck und der Temperatur im Kühlsystem besteht, welcher als wesentlicher Nachteil eines derartigen Systems anzusehen ist. So muss bereits die Betätigungseinrichtung, insbesondere die Stellgröße im Hinblick auf die sich im Kühlkreislauf einstellende Temperatur genau ausgelegt werden. Ferner reagiert dieses System auf vorliegende Temperaturwerte, so dass vom Kühlsystem zum einen nicht immer die volle theoretisch mögliche
- 15      Kühlkapazität bereitstellbar ist und zum anderen die Einstellung dieser aufgrund der Trägheit des Systems zeitlich verzögert erfolgt.

- 20      Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, ein hinsichtlich des erforderlichen Energiebedarfes optimiertes Kühlsystem zu schaffen, wobei die Ausbildung des Kühlsystems und der dazu erforderlichen Maßnahmen durch einen geringen konstruktiven und steuerungstechnischen Aufwand charakterisiert sein soll. Dabei ist darauf zu achten, dass die Trägheit des Systems gemäß den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen weitestgehend ausgeschaltet wird und eine schnelle Reaktion auf eine sich aktuell einstellende Kühlleistungsbedarfsänderung
- 25      erfolgen kann.

Die erfindungsgemäße Lösung ist durch die Merkmale des Anspruches 1 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen wiedergegeben.

Die Antriebsanlage mit einer Antriebsmaschine, insbesondere in Form einer Verbrennungskraftmaschine umfasst ein Kühlsystem zum Kühlen mindestens der Antriebsmaschine, umfassend einen Kühlmittelkreislauf zum Leiten eines Kühlmediums, und eine Einrichtung zur Bereitstellung kühler Umgebungsluft zur Wärmeaufnahme aus dem Kühlmittelkreislauf in Form eines Lüfters beziehungsweise Ventilators, der mit der Antriebsmaschine in Triebverbindung steht und dem Kühlmittelkreislauf zugeordnete Kühleinrichtung. Das Kühlsystem umfasst ferner eine Kühlmittelumwälzpumpe zur Aufrechterhaltung eines Strömungskreislaufes im Kühlmittelkreislauf. Erfindungsgemäß ist zwischen der Antriebsmaschine und dem Lüfter eine steuer- oder regelbare Kupplung in Form einer hydrodynamischen Kupplung vorgesehen. Diese ist bei Antrieb einer Kühlmittelumwälzpumpe durch die Antriebsmaschine dieser nachgeschaltet. Die hydrodynamische Kupplung umfasst ein Primärschaufelrad und ein Sekundärschaufelrad, die miteinander einen mit Betriebsmittel befüllbaren Arbeitsraum bilden, wobei die Kupplung frei von einem Leitrad ist. Das Primärrad ist dabei wenigstens mittelbar, d.h. direkt oder über weitere Übertragungselemente mit der Antriebsmaschine verbunden, während das Sekundärrad wenigstens mittelbar, d.h. vorzugsweise direkt oder aber über weitere Übertragungselemente mit dem Lüfter, insbesondere der Lüfterantriebswelle verbunden ist. Die Steuerung des Übertragungsverhaltens über die hydrodynamische Kupplung erfolgt dabei

- als Steuer- und / oder Regelung der mittels der hydrodynamischen Kupplung aufnehmbaren Leistung;
- Steuer- und / oder Regelung des mit der hydrodynamischen Kupplung übertragbaren Momentes;
- Steuer- und / oder Regelung der Drehzahl des Sekundärrades.

Als Stellgröße für alle diese Steuer- und / oder Regelaufgaben dient dabei der Füllungsgrad der hydrodynamischen Kupplung beziehungsweise eine, diesen wenigstens mittelbar charakterisierende oder beeinflussende Größe.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Antriebsanlage bietet den Vorteil einer autark zur Antriebsmaschine realisierbaren Einstellbarkeit der Lüfterleistung durch Änderung beziehungsweise Beeinflussung des über die Kupplung übertragbaren Momentes. Die Rückwirkung auf die Antriebsmaschine erfolgt in Abhängigkeit der von der Antriebsmaschine bereitgestellten und über die Kupplung zu übertragenden Leistung, wobei aufgrund der Einstellbarkeit des übertragbaren Momentes die Drehzahl an der Abtriebsseite, das heißt der Lüfterantriebswelle variierbar ist und ferner entsprechend dieser Drehzahl unter Berücksichtigung des betriebsbedingten Schlupfes der Kupplung die Drehzahl der Antriebsmaschine angepasst wird.

Bezüglich der konstruktiven Ausführung der Antriebsanlage bestehen eine Mehrzahl von Möglichkeiten. Bei Ausgestaltung als hydrodynamische Kupplung kann diese

- a) mit einem eigenen Betriebsmittelversorgungssystem versehen werden oder aber
- b) das Kühlsystem der Antriebsmaschine als Betriebsmittelversorgungssystem nutzen.

Zur Realisierung einer möglichst kompakten Anordnung mit weitestgehendster Ausnutzung vorhandener Komponenten wird vorzugsweise die Möglichkeit gemäß b) gewählt. Die hydrodynamische Kupplung befindet sich dabei in der Anordnung in Triebverbindung mit der Kurbelwelle der Antriebsmaschine und dem Lüfter, d.h. zwischen Motor und Lüfter. Die Anordnung im Kühlsystem erfolgt in Strömungsrichtung des Kühlmittels betrachtet der Umwälzpumpe nachgeschaltet, wobei der Zufluss beziehungsweise Durchfluss durch die hydrodynamische Kupplung über eine Ventileinrichtung gesteuert beziehungsweise geregelt wird.

Die Ventileinrichtung kann vielgestaltig ausgeführt sein. Bei dieser handelt es sich um eine verstellbare Ventileinrichtung, wobei die Verstellbarkeit in Stufen oder vorzugsweise stufenlos erfolgt. Gemäß einer besonders vorteilhaften

Ausgestaltung wird zur feinfühligten Einstellung des erforderlichen Füllungsgrades mindestens ein Proportionalventil verwendet.

5 Bei Ausführungen mit separatem Betriebsmittelversorgungssystem kann der hydrodynamischen Kupplung entweder ein offener oder geschlossener Kreislauf zugeordnet werden. Die Steuerungs beziehungsweise Regelung des Füllungsgrades erfolgt in der Regel über eine Drucksteuerung, bei einem geschlossenen Kreislauf vorzugsweise durch das Aufbringen eines statischen Überlagerungsdruckes in den Kreislauf. Bei offenen Kreisläufen erfolgt die Einstellung des Füllungsgrades beispielsweise über eine entsprechend steuerbare beziehungsweise verstellbare Füllpumpe.

15 Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Optimierung der Kühlleistungsbereitstellung für ein Kühlsystem zur Kühlung mindestens eines Antriebsaggregates einer Antriebsanlage mit mindestens einer Antriebsmaschine und einem, diesem zugeordneten Kühlsystem, umfassend einen Kühlmittelkreislauf zur Führung des Kühlmittels und eine Kühleinrichtung zur wenigstens indirekten Kühlung des Kühlmittels und eine dem Kühlmittelkreislauf oder der Kühleinrichtung zugeordnete Einrichtung zur Bereitstellung gekühlter Umgebungsluft zur Aufnahme der Wärme aus dem Kühlmittelkreislauf  
20 beziehungsweise der Kühleinrichtung in Form eines Lüfters, der mit der Antriebsmaschine drehfest verbindbar ist, vorgeschlagen, bei welchem die durch den Lüfter zur Wärmeaufnahme bereitstellbare Luftmenge als Parameter zur Bereitstellung der erforderlichen Kühlleistung im Kühlsystem in Abhängigkeit der  
25 aktuellen Betriebsparameter an der Antriebsmaschine und den Fahrzuständen sowie wenigstens einer, die Temperatur des Kühlmediums im Kühlkreislauf wenigstens mittelbar charakterisierender Größe eingestellt wird. Der Lüfter ist dabei frei von einer direkten drehfesten Kopplung beziehungsweise einer Koppelung mit festen, das heißt unveränderlichem Übersetzungsverhältnis in allen  
30 Betriebszuständen von der Antriebsmaschine. Die Anpassung der erforderlichen

Lüfterleistung erfolgt dabei vor oder gleichzeitig mit der eigentlichen Kühlleistungsänderung.

5

Aus den aktuellen Betriebsparametern der Antriebsmaschine, einer, die Temperatur im Kühlkreislauf wenigstens indirekt charakterisierenden Größe und den Fahrzuständen wird das theoretisch sich einstellende Änderungsverhalten, insbesondere die sich daraus ergebende Änderung der Kühlleistung des Kühlkreislaufes, ermittelt. Aus dieser theoretischen Änderung wird dann die erforderliche Lüfterleistung zur Beibehaltung einer bestimmten Kühlleistung beziehungsweise eines Kühlleistungsbereiches abgeleitet.

15

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, den Energiebedarf des Lüfters optimal an die Gegebenheiten, d.h. die vom Kühlmittelkreislauf geforderte Kühlmittleistung bei voraussichtlicher Änderung der Gegebenheiten anzupassen. Es besteht keine feste Beziehung der vom Lüfter bereitgestellten Luftmenge und damit Lüfterleistung und dem Betriebszustand, insbesondere der Drehzahl der Antriebsmaschine und damit auch keine Rückwirkung zwischen beiden mehr. Ferner wird ein „Leerlauf“ des Lüfters, der durch die übermäßige Bereitstellung von Wärme aufnehmenden Luftmengen charakterisiert ist, die jedoch zur Bereitstellung der erforderlichen Kühlleistung gar nicht benötigt werden, vermieden.

20

25

30

Die Einstellung der vom Lüfter abzugebenden zur Bereitstellung der erforderlichen Kühlleistung benötigten Luftmenge erfolgt dabei durch Beeinflussung der Drehzahl des Lüfters, da diese im Wesentlichen proportional zur bereitgestellten Luftmenge ist, da die durch Rotation des Lüfters bedingten Widerstände nahezu vernachlässigbar sind und damit beim Antrieb im Wesentlichen ein gleiches Moment erzeugt wird. Da die Kühlleistung im Kühlsystem, insbesondere im Kühlmittelkreislauf abhängig von der vom Lüfter bereitgestellten Luftmenge zur Wärmeaufnahme direkt aus dem Kühlmittelkreislauf oder aber von der Kühleinrichtung ist, ist die Kühlleistung des Kühlsystems somit auch eine Funktion

der Drehzahl des Lüfters. Die weiteren Parameter werden in diesem Fall durch die durch die Kühleinrichtung bereitstellbare Kühlleistung bestimmt. Bei Ausbildung der Kühleinrichtung als Wärmetauscher ist diese beispielsweise abhängig von der Art und der Ausbildung die in der Kühleinrichtung die Wärme aufnehmenden Medien beziehungsweise Bauelemente.

Als Betriebsparameter fungieren dabei wenigstens die Temperatur der Antriebsmaschine und / oder die Drehzahl der Antriebsmaschine und / oder wenigstens eine, diese indirekt charakterisierende Größe. Wenigstens indirekt gerecht charakterisierend bedeutet in diesem Zusammenhang, dass zwischen den entsprechenden Größen Temperatur beziehungsweise Drehzahl und der diese indirekt charakterisierende Größe ein funktionaler Zusammenhang besteht. Dieser kann unterschiedlich ausgelegt sein. Als Betriebs- beziehungsweise Fahrzustand charakterisierende Größe wird dabei wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen oder eine Kombination aus diesen angesehen:

- eine, den aktuellen Betriebszustand der Antriebsmaschine wenigstens mittelbar charakterisierende Größe
- die Aktivierung oder die Aktivierung von den Fahrzustand beeinflussenden Aggregaten
- die Position beziehungsweise Betätigung einer Fahrerwunsch-Vorwahrleinrichtung zur Einstellung und / oder Änderung eines Fahrzustandes beziehungsweise die Änderung der diese charakterisierenden Größen
- bei Nutzung des Kühlsystems der Antriebsmaschine zur Kühlung weiterer Aggregate des Antriebsstranges die Aktivität dieser Aggregate und ferner die Intensität beziehungsweise die für diese Aggregate benötigte Kühlleistung.

Erfindungsgemäß erfolgt die Einstellung der erforderlichen Kühlleistung durch Drehzahlsteuerung oder Regelung des Lüfters über eine Triebverbindung



5 zwischen Lüfter und Antriebsmaschine, wobei in diesem Mittel zur Steuerung des Übertragungsverhaltens angeordnet sind. Diese Mittel werden dabei von einer steuer- beziehungsweise regelbaren Kupplung gebildet. Diese ermöglicht es – je nach Ausführungsart- durch entsprechende Einstellung der Leistungsaufnahme beziehungsweise durch die Größe des übertragbaren Momentes die Drehzahl des Lüfters zu beeinflussen..

15 Erfindungsgemäß kann die Drehzahl des Lüfters als Parameter zur Bestimmung der zum Zwecke der Kühlung bereitgestellten Luftmenge gesteuert sowie auch geregelt werden. Die Einstellung in Form der Steuerung oder Regelung kann dabei als Verfahren in die Steuerung und / oder Regelung beispielsweise der Kühlleistung des Kühlsystems oder der Temperatur der Antriebsmaschine oder ähnlichem integriert werden. Das Verfahren ist dabei Bestandteil der Steuer- und / oder Regelstrecke der übergeordneten Steuer- oder Regelung.

Als Betriebsmittel der Kupplung fungiert je nach Ausbildung des Betriebsmittelversorgungssystems Öl, Wasser oder ein Kühlmittel.

20 Die erfindungsgemäß gestaltete Antriebsanlage eignet sich in optimaler Weise zur Realisierung eines erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch aufgrund der freien Einstellbarkeit des über die Kupplung übertragbaren Momentes.

Die erfindungsgemäße Lösung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im Einzelnen folgendes dargestellt:

25  
30  
Figur 1 verdeutlicht in schematisch stark vereinfachter Darstellung den Grundaufbau eines Grundprinzips einer erfindungsgemäß gestalteten Antriebsanlage zur Realisierung des Verfahrens zur Optimierung der Kühlleistungsbereitstellung;

Figur 2 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung einer erfindungsgemäß gestalteten Antriebsanlage mit Ausbildung der steuer- beziehungsweise regelbaren Kupplung als hydrodynamische Kupplung unter Ausnutzung des Kühlsystems für die Antriebsmaschine als Betriebsmittelversorgungssystem;

Figuren 3a und 3b verdeutlichen in schematisch vereinfachter Darstellung für die Ausführung gemäß Figur 2 die anhand eines Blockschaltbildes die Steuerung und der Regelung der Lüfterdrehzahl;

Figur 4 verdeutlicht anhand eines Blockschaltbildes gemäß Figur 3b die Möglichkeit der Regelung der Temperatur der Antriebsmaschine;

Figuren 5a und 5b verdeutlichen in schematisch stark vereinfachter Darstellung zwei weitere Möglichkeiten der Steuerung der vom Lüfter abgebbaren Leistung über eine Kupplung mit separatem Betriebsmittelversorgungssystem;

Figur 6 verdeutlicht eine Weiterentwicklung gemäß Figur 2 mit einer zusätzlichen Kühlmittelwälzpumpe.

Figur 1 verdeutlicht in schematisch stark vereinfachter Darstellung anhand eines Ausschnittes aus einer Antriebsanlage 1 den Grundaufbau dieser erfindungsgemäß gestalteten Ausführung. Die Antriebsanlage A1 umfasst eine Antriebsmaschine 2, die beliebig ausgeführt sein kann, vorzugsweise als Verbrennungskraftmaschine 3. Der Antriebsmaschine 2 ist ein Kühlsystem 4 zugeordnet. Dieses umfasst einen Kühlmittelkreislauf 5 zum Leiten beziehungsweise zum Führen von Kühlmedien, mindestens jedoch einem Kühlmedium, sowie eine dem Kühlmittelkreislauf 5 zugeordnete Kühleinrichtung 6. Ferner ist ein Lüfter 7 vorgesehen, welcher die Kühleinrichtung 6 mit kühler Umgebungsluft versorgt, die die vom Kühlmedium im Bereich der Kühleinrichtung

6 an diese abgegebene Wärme aufnimmt. Die Kühleinrichtung 6 ist dabei im Kühlmittelkreislauf 5 angeordnet. Bezüglich der Ausführung besteht eine Vielzahl von Möglichkeiten. Diese kann beispielsweise als Wärmetauscher ausgebildet werden. Der Lüfter 7 steht mit der Antriebsmaschine 2 in Triebverbindung. Die Einstellung, vorzugsweise Steuerung und/oder Regelung der Kühlleistung des Kühlsystems 4 und damit wenigstens indirekt der Temperatur des Kühlmediums im Kühlmittelkreislauf 5 erfolgt über die Steuerung und/oder Regelung der über den Lüfter 7 bereitstellbaren Menge an kühler Umgebungsluft zur Aufnahme der vom Kühlmedium nach Kühlung des Aggregates abgebbaren Wärme. Dies erfolgt über die Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 bzw. eine, diese wenigstens indirekt charakterisierende Größe. Erfindungsgemäß wird zur Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 in der Triebverbindung mit der Antriebsmaschine 2 eine steuer- oder regelbare Kupplung 37 in Form einer hydrodynamischen Kupplung 8 vorgesehen. Diese dient der Steuerung der über diese übertragbare Leistung. Durch Steuerung des übertragbaren Momentes über die steuer- und/oder regelbare Kupplung bei gleichbleibender bereitgestellter Leistung durch die Antriebsmaschine wird die Drehzahl  $n_A$  am Ausgang der steuer- und/oder regelbaren Kupplung 37 entsprechend eingestellt. Diese entspricht oder ist zumindest der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 direkt proportional. Zur Realisierung der einzelnen Steuer- und/oder Regelaufgaben ist eine entsprechende Steuer- und/oder Regelvorrichtung 26 vorgesehen. Diese umfasst mindestens eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung 27, unter welcher die Gesamtheit der die Funktion eines Steuergerätes übernehmenden Komponenten bei dezentraler Anordnung oder aber das Steuergerät zu verstehen ist. Die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 27 ist mit einer Stelleinrichtung 38 zur Einstellung bzw. Änderung des Übertragungsverhaltens der Kupplung 37 gekoppelt. Die Einstellung bzw. Änderung des Übertragungsverhaltens der Kupplung 37 erfolgt dabei in Abhängigkeit der nachfolgend genannten Größen:

- Temperatur/en des/der zu kühlenden Aggregate/s, insbesondere der Verbrennungskraftmaschine 3

- wenigstens einen Betriebsparameter der Antriebsmaschine oder eine, diesen wenigstens indirekt charakterisierende Größe
- wenigstens eine den Funktionszustand der Antriebsanlage wenigstens mittelbar charakterisierende Größe, beim Einsatz der Antriebsanlage in mobilen Anwendungen wenigstens eine den Fahrzustand wenigstens mittelbar beschreibenden Größe

Unter Betriebsparameter der Antriebsmaschine werden dabei die die Funktionsweise dieser wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen, d.h. entweder direkt beschreibende oder über andere Größen über einen funktionalen Zusammenhang ableitbare Größen verstanden. Zu diesen gehören unter anderem beispielsweise die Drehzahl  $n_{\text{mot}}$  der Antriebsmaschine 2, die abgebbare Leistung  $P_{\text{mot}}$ , das abgebbare Moment  $M_{\text{mot}}$  e.t.c. Diese können beispielsweise bei der Ausbildung als Verbrennungskraftmaschine durch die Drosselklappenstellung bzw. die Einspritzmenge bestimmt werden.

Unter den die Fahrzustände wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen werden dabei die auf die Energiebilanz der Antriebsanlage wirkenden Parameter verstanden. Dazu zählen sowohl die aktuell zu einem Zeitpunkt  $t$  vorliegenden Parameter aber auch die, welche auf eine Änderung hinzielen, wobei mindestens erstere zu berücksichtigen sind. Zu diesen gehören beispielsweise die Betriebsweise einer Bremseinrichtung charakterisierenden Größen, die Leistungsabgabe der Antriebsmaschine zum Zeitpunkt  $t$ , eine aktuell eingelegte Gangstufe etc.. Zu den auf eine Änderung des Fahrzustandes hinzielenden Größen gehören beispielsweise die Betätigung einer Bremseinrichtung, insbesondere die Vorgabe eines Fahrerwunsches zur Erzeugung eines Bremsmomentes bestimmter Größe, die Vorgabe eines Fahrerwunsches nach Beibehaltung einer konstanten Geschwindigkeit, die Vorgabe eines Fahrerwunsches nach Änderung der Leistungsabgabe durch die Antriebsmaschine etc., wobei diese allein oder in Kombination vorliegen können. Zur Erfassung der einzelnen Größen sind entsprechende Erfassungseinrichtungen

5 vorgesehen. Die Erfassungseinrichtung für wenigstens eine, einen Betriebsparameter BP der Antriebsmaschine 2 wenigstens mittelbar beschreibende Größe ist mit 39, die zur Erfassung wenigstens einer den Fahrzustand FZ wenigstens mittelbar beschreibenden Größe mit 40 und die zur Erfassung der die Temperatur der Antriebsmaschine 2 wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe ist mit 41 bezeichnet. Die einzelnen Erfassungseinrichtungen 39 bis 41 sind mit der Steuereinrichtung 27 gekoppelt, entweder seriell oder parallel. Entsprechend des aus diesen Größen ableitbaren zu erwartenden Kühlleistungsbedarf wird in Abhängigkeit der aktuellen Betriebsparameter der Antriebsmaschine 2 die Leistung des Lüfters 7 durch Einstellung, insbesondere Steuerung der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  über die steuer- und/oder regelbare Kupplung 37, insbesondere durch Ansteuerung der dieser zugeordneten Stelleinrichtung 38 eingestellt.

- 15 Die Einstellung der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  erfolgt dabei beispielsweise durch
- Steuerung und/oder Regelung des Füllungsgrades FG und/oder des Durchflusses oder
  - Steuerung und/oder Regelung eines Weges oder beispielsweise Druckes zur Betätigung eines Stellgliedes oder in Form eines auf einen vorhandenen Betriebsmittelsumpf aufbringbaren statischen Überlagerungsdruckes.

20 Entscheidens ist erfindungsgemäß, dass bereits im Vorfeld ein sich einstellender Kühlleistungsbedarf ermittelt wird, ehe dieser sich tatsächlich einstellen kann. Das System reagiert somit im Vorfeld.

25 Die Figur 2 verdeutlicht in schematisch stark vereinfachter Darstellung anhand eines Ausschnittes aus einer Antriebsanlage 1 gemäß Figur 1 den Grundaufbau einer erfindungsgemäß besonders vorteilhaften Ausgestaltung zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Für gleiche Elemente werden daher die gleichen Bezugszeichen verwendet. Die Antriebsanlage 1 umfasst eine Antriebsmaschine 2, welche vorzugsweise in Form einer Verbrennungskraftmaschine 3 ausgeführt

30

ist. Der Antriebsmaschine 2, insbesondere der Verbrennungskraftmaschine 3, ist das Kühlsystem 4 zugeordnet. Dieses umfasst einen Kühlmittelkreislauf 5 zum Leiten bzw. Führen von Kühlmedien sowie eine, dem Kühlmittelkreislauf 5 zugeordnete Kühleinrichtung 6. Ferner ist ein Lüfter 7 vorgesehen, welcher die Kühleinrichtung 6 mit kühler Umgebungsluft versorgt, die Wärme aufnimmt. Der Lüfter 7 ist wenigstens mittelbar drehfest mit der Antriebsmaschine 2, insbesondere der Verbrennungskraftmaschine 3, verbunden. Dies bedeutet, dass der Lüfter 7 mit der Antriebsmaschine 2 bzw. der Verbrennungskraftmaschine 3 in Triebverbindung steht, d.h. entweder drehfest oder über zwischengeschaltete Übertragungselemente mit dieser verbunden ist. Erfindungsgemäß wird zur Steuerung und/oder Regelung der Leistung des Lüfters 7, welche insbesondere als Funktion der Drehzahl charakterisiert ist, bzw. vorzugsweise direkt der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 in der Triebverbindung mit der Antriebsmaschine 2 bzw. der Verbrennungskraftmaschine 3 als regelbare Kupplung 37 eine hydrodynamische Kupplung 8 angeordnet. Diese hydrodynamische Kupplung 8 ist dabei in Leistungsübertragungsrichtung betrachtet der Antriebsmaschine 2 bzw. der Verbrennungskraftmaschine 3 nachgeschaltet und dem Lüfter 7 vorgeschaltet. Die Einstellung, d.h. zumindest Steuerung der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 erfolgt über die Änderung des Füllungsgrades FG der hydrodynamischen Kupplung 8. Bei der hydrodynamischen Kupplung 8 handelt es sich somit um eine durchflussgesteuerte, gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung durchflussgeregelter, hydrodynamische Kupplung. Die hydrodynamische Kupplung 8 umfasst ein als Pumpenrad fungierendes Primärrad 9 und ein als Turbinenrad fungierendes Sekundärrad 10, die miteinander einen Arbeitsraum 11 bilden, der mit Betriebsmittel befüllbar ist. Das Primärrad 9 ist dabei wenigstens mittelbar, d.h. direkt oder über weitere Übertragungsmittel mit der Kurbelwelle 12 der Verbrennungskraftmaschine 3 verbunden. Das Sekundärrad 10 ist wenigstens mittelbar, d.h. direkt oder über weitere Übertragungsmittel mit dem Lüfter 7, insbesondere der Lüfterantriebswelle 13, verbunden. Bezüglich der Versorgung der hydrodynamischen Kupplung 8 mit Betriebsmittel bestehen eine Mehrzahl von Möglichkeiten. Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung entsprechend

Figur 2 wird die hydrodynamische Kupplung 8 mit Betriebsmittel aus dem Kühlsystem 4 der Antriebsmaschine 2 versorgt. Das Kühlsystem 4 bzw. Teile von diesem bilden oder sind Bestandteil eines der hydrodynamischen Kupplung 8 zugeordneten Betriebsmittelversorgungssystems 34. Zur Umwälzung des Kühlmittels im Kühlmittelkreislauf 5 ist dabei eine Kühlmittelumwälzpumpe 14 vorgesehen. Diese dient der Aufrechterhaltung des Strömungskreislaufes im Kühlmittelkreislauf 5 und ist vorzugsweise mit der Antriebsmaschine 2 gekoppelt. Im dargestellten Fall erfolgt die Anordnung zwischen Antriebsmaschine 2 und hydrodynamischer Kupplung 8. Die Drehzahl der Antriebswelle ist somit immer an die Drehzahl der Antriebsmaschine 2, insbesondere der Kurbelwelle 2 gebunden. Bei Versorgung der hydrodynamischen Kupplung 8 mit Kühlmittel aus dem Kühlmittelkreislauf 5 als Betriebsmittel ist die hydrodynamische Kupplung 8 in einem Bypass 15 zum Kühlmittelkreislauf 5 angeordnet. Der Kühlmittelkreislauf 5 bildet dabei einen ersten Kühlmittel führenden Teil 16 zwischen einem Ablauf 18 und einem Zulauf 17 zur Kühlmittelumwälzpumpe 14. Der zweite Kühlmittel führende Teil 19, ist als Bypass 15 ausgeführt und dient der Betriebsmittelversorgung der hydrodynamischen Kupplung 8. Der Bypass 15 umfasst mindestens eine erste Bypassteilleitung 20 und eine zweite Bypassteilleitung 22. Die erste Bypassteilleitung 20 verbindet den Ablauf 18 der Kühlmittelumwälzpumpe 14 mit dem Einlass 21 der hydrodynamischen Kupplung 8, wobei dieser direkt oder indirekt über weitere Leitungen oder Kanäle mit dem Arbeitsraum 11 der hydrodynamischen Kupplung 8 verbunden ist. Die zweite Bypassteilleitung 22 verbindet mindestens einen Ablauf 23 der hydrodynamischen Kupplung 8 mit der Zulaufleitung 17 zur Kühlmittelumwälzpumpe 14. Dabei erfolgt die Kopplung mit dem Ablauf 23 bzw. einer Vielzahl von derartigen Abläufen mit dem Arbeitsraum 11 beispielsweise über Auslassöffnungen. Zur Einstellung des Füllungsgrades FG ist dabei zwischen der Kühlmittelumwälzpumpe 14 und dem Einlass 21 der hydrodynamischen Kupplung 8 eine Ventileinrichtung 24, deren Durchflussmenge zumindest gesteuert werden kann, angeordnet. Die Ventileinrichtung 24 ist dabei als verstellbare Ventileinrichtung, vorzugsweise in Form eines Proportionalventils 25, ausgebildet. Die Versorgung des

Arbeitsraumes 11 der hydrodynamischen Kupplung 8 mit Betriebsmittel in Form von Kühlmittel aus dem Kühlmittelkreislauf 5 der Antriebsmaschine 2, die Ankopplung der Kupplung 8 an den Kühlmittelkreislauf 5 zwischen dem Ablauf 18 und dem Zulauf 17 der Kühlmittelumwälzpumpe 14 über den Bypass 15 und das Vorsehen einer steuerbaren Ventileinrichtung 24 in Strömungsrichtung zwischen Kühlmittelumwälzpumpe 14 und hydrodynamischer Kupplung 8 ermöglicht es, auf einfache Art und Weise durch Ansteuerung der Ventileinrichtung 24 den Durchfluss durch die hydrodynamische Kupplung 8 zu steuern bzw. bei Rückführung eines entsprechenden Signals auch zu regeln und damit aufgrund der Füllungsgradänderung die Drehzahl des Sekundärrades 10 beziehungsweise des mit dem Sekundärrad 10 der hydrodynamischen Kupplung 8 gekoppelten Lüfters 7 einzustellen und gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführung zu regeln. Dieses System zeichnet sich dabei durch einen geringen zusätzlichen konstruktiven sowie steuerungstechnischen Aufwand aus und ist hinsichtlich der zusätzlich benötigten Bauelemente optimiert. Ferner wird bei dieser Lösung für das Betriebsmittelversorgungssystem 34 für die hydrodynamische Kupplung 8 auf das bereits ohnehin vorhandene Kühlsystem 4, insbesondere den Kühlmittelkreislauf 5, zurückgegriffen. Der Kühlmittelkreislauf 5 selbst kann dabei als offener oder geschlossener Kreislauf ausgeführt sein. Diesbezüglich bestehen keine Restriktionen. Bei der in der Figur 2 dargestellten vorteilhaften Ausgestaltung ist der Kühlmittelkreislauf 5 als geschlossener Kreislauf ausgeführt.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung besteht die Möglichkeit, die Kühlleistung des Lüfters 7, welche im wesentlichen durch dessen Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  bestimmt ist und damit durch diese beeinflussbar ist, unabhängig von der Drehzahl  $n_{\text{mot}}$  der Antriebsmaschine 2 einzustellen. Erfindungsgemäß erfolgt dabei die Einstellung der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 in Abhängigkeit der Betriebsparameter der Antriebsanlage 1, so dass die Temperatur im Kühlsystem 4 gehalten wird, ohne dass die Antriebsmaschine, insbesondere Verbrennungskraftmaschine 3 zurück – oder hochgeregelt werden muss, indem die durch den Lüfter 7 abgegebene Kühlleistung bereits vor dem Ansteigen oder Abfallen der Temperatur des



Kühlmediums im Kühlmittelkreislauf 5, bedingt durch die Änderung der Betriebsparameter angepasst werden kann. Dies bietet den Vorteil, dass zum einen die Temperatur der Verbrennungskraftmaschine 3 im Wesentlichen konstant bleibt und ferner der Energiebedarf für die Kühlung optimiert wird. Als

5 Betriebsparameter der Antriebsanlage 1 werden dabei die Temperaturen der mittels dem Kühlmittelkreislauf 5 zu kühlenden Komponenten beziehungsweise Aggregate, insbesondere der Antriebsmaschine 2, und eventuell bei Vorsehen eines hier im einzelnen nicht dargestellten Retarders dessen Temperatur sowie

15 die die Betriebszustände der Antriebsmaschine 2 und des Fahrzeuges wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen verstanden. Zu diesen Größen gehören unter anderem die mögliche Betätigung eines Retarders, die die Leistungsabgabe der Antriebsmaschine charakterisierenden Kennwerte, beispielsweise Drehzahl  $n_{\text{mot}}$ , Moment  $M_{\text{mot}}$ , bei Kopplung der Antriebsmaschine 2 mit einer Getriebeeinheit die eingelegte Gangstufe sowie die am Abtrieb, insbesondere Getriebeausgang

20 vorliegenden Kenngrößen, beispielsweise  $n_{\text{Abtrieb}}$ ,  $M_{\text{Abtrieb}}$ . Die Möglichkeit der Steuerung der Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 ist in der Figur 3a wiedergegeben. Der Grundaufbau der Antriebsanlage 1 entspricht dem in der Figur 2 beschriebenen, weshalb für gleiche Elemente die gleichen Bezugszeichen verwendet werden. Dieser ist dabei eine Steuervorrichtung 26 zugeordnet, umfassend eine

25 Steuereinrichtung 27, welche vorzugsweise als Steuergerät, insbesondere eine ECU, ausgeführt ist. Diese umfasst mindestens einen Eingang 28, im dargestellten Fall eine Mehrzahl von Eingängen 28.1 bis 28.n, und wenigstens einen Ausgang 29, welcher mit der Stelleinrichtung 30 der Ventileinrichtung 24 verbunden ist. Der Eingang 28 bei serieller Datenübertragung bzw. die Eingänge

30 28.1 bis 28.n bei paralleler Datenübertragung sind dabei jeweils mit Einrichtungen 31.1 bis 31.n zur Erfassung von Betriebsparametern der Antriebsanlage 1, insbesondere 39 zur Erfassung einer die Temperatur des zu kühlenden Aggregates wenigstens mittelbar beschreibenden Größe, 40 zur Erfassung wenigstens einer, den Betriebszustand der Antriebsmaschine 2 wenigstens mittelbar beschreibenden Größe und 41 zur Erfassung wenigstens einer den Fahrzustand wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe verbunden. Im

dargestellten Fall handelt es sich dabei beispielsweise bei der Einrichtung 31.1 um die Einrichtung 40 zur Erfassung einer, die Drehzahl der Antriebsmaschine 2  $n_{\text{mot}}$  wenigstens indirekt charakterisierenden Größe, bei der Einrichtung 31.2 um die Einrichtung 39 zur Erfassung einer, die Temperatur der Antriebsmaschine wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe in Form der Temperatur im Kühlmittelkreislauf 5 und bei der Einrichtung 31.3 um wenigstens eine Einrichtung 41 zur Erfassung einer, den Fahrzustand wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe. Die Einrichtung 31.2 ist dabei vorzugsweise als Thermostat 32 ausgeführt, welches im Kühlkreislauf angeordnet ist und vorzugsweise im Zulauf 33 zur Kühleinrichtung 6 angeordnet ist. In Abhängigkeit der aktuell ermittelten Drehzahl der Antriebsmaschine  $n_{\text{mot}}$  sowie des aktuellen Fahrzustandes und der aktuell im Kühlmittelkreislauf 5 ermittelten Temperatur  $T$  kann dabei auf eine Änderung der erforderlichen Kühlleistung durch den Kühlmittelkreislauf 5 geschlossen werden, insbesondere eine eventuell aufgrund der aktuellen Gegebenheiten sich ergebende Erhöhung oder Verringerung der Temperatur im Kühlmittelkreislauf 5. In Abhängigkeit dieser ermittelbaren, d.h. vorzugsweise berechenbaren Änderung der Kühlmitteltemperatur  $\Delta T$  erfolgt dann die Ansteuerung der hydrodynamischen Kupplung 8, insbesondere die Vorgabe des zum Erreichen der erforderlichen durch den Lüfter 7 bereitstellbaren Leistung zur Bereitstellung der Kühlleistung im Kühlmittelkreislauf 5 einzustellenden Füllungsgrades  $FG$  durch Ansteuerung der Ventileinrichtung 24, insbesondere deren Stelleinrichtung 30. die Ventileinrichtung 24 fungiert dabei als Stelleinrichtung 38 zur Einstellung des Füllungsgrades  $FG$  im Arbeitsraum 11. Bei gewünschter Beibehaltung der Temperatur der Antriebsmaschine 2 ist es erforderlich, die sich aus den Betriebsparametern ergebenden Änderungen  $\Delta T_{\text{Kühlmittel-theoretisch}}$  der Temperatur  $T_{\text{Kühlmittel}}$  im Kühlmittelkreislauf 5 abzuleiten. Aus dieser sich einstellenden Änderung wird die Stellgröße zur Ansteuerung des Lüfters 7 gebildet, um das Kühlniveau im Kühlkreislauf 5 konstant zu halten. Dazu wird ein Sollwert zur Abgabe der erforderlichen Kühlleistung  $P_{\text{Lüfter}}$  ermittelt, welcher proportional zur Drehzahl  $n_{\text{soll-Lüfter}}$  ist. Zur Steuerung der Kühlmitteltemperatur im Kühlmittelkreislauf  $T_{\text{Kühlmittel}}$

wird dabei die Drehzahl  $n_{\text{Lüfter}}$  des Lüfters 7 gesteuert. Als Stellgröße für die Steuerung der Drehzahl des Lüfters  $n_{\text{Lüfter}}$ , die der Drehzahl  $n_{\text{Kupplung}}$  am Ausgang der hydrodynamischen Kupplung 8, d.h. dem Turbinenrad 10 entspricht oder zu dieser in funktionalem Zusammenhang steht, vorzugsweise dieser direkt proportional ist, dient dabei der Füllungsgrad FG der hydrodynamischen Kupplung 8, der wiederum über die Ventileinrichtung 24 eingestellt wird. Der Füllungsgrad FG beschreibt dabei das über die Kupplung 8 übertragbare Moment  $M_{\text{Kupplung}}$ , welches in Abhängigkeit der Drehzahl  $n_{\text{mot}}$  der Antriebsmaschine 2 die über die Kupplung 8 übertragbare Leistung  $P_{\text{Kupplung}}$  bestimmt. Ein entsprechendes Blockschaltbild ist in Figur 3b dargestellt.

Die Figur 4 verdeutlicht anhand eines Blockschaltbildes gemäß Figur 3b die Möglichkeit der Regelung der Temperatur der Antriebsmaschine  $T_{\text{mot}}$  auf konstante Temperatur durch Regelung der Temperatur im Kühlmittelkreislauf 5  $T_{\text{Kühlmittel}}$ . Die Temperatur des Kühlmittels  $T_{\text{Kühlmittel}}$  bildet dabei die die Temperatur der Antriebsmaschine  $T_{\text{mot}}$  wenigstens mittelbar charakterisierende Größe. Diese Temperatur wird fortlaufend überwacht und bei Abweichung des Istwertes  $T_{\text{mot}}$  beziehungsweise  $T_{\text{Kühlmittel}}$  vom Sollwert  $T_{\text{Soll-Mot}}$  beziehungsweise  $T_{\text{Soll-Kühlmittel}}$   $\Delta T$  erfolgt die Ansteuerung des Lüfters 7 als Stelleinrichtung der Regelung auf konstante Temperatur des Motors beziehungsweise Kühlmittels, insbesondere die Einstellung der erforderlichen Drehzahl  $n_{\text{Soll-Lüfter}}$ . Dabei wird die Drehzahl des Lüfters  $n_{\text{Lüfter}}$  vorzugsweise geregelt, indem der Istwert  $n_{\text{Lüfter}}$  fortlaufend oder in zeitlichen Abständen ermittelt wird und mit dem aus der Temperaturabweichung sich ergebenden einzustellenden Sollwert  $n_{\text{Soll-Lüfter}}$  verglichen wird. Entsprechend der Regelabweichung wird dann eine Änderung des Füllungsgrades FG der hydrodynamischen Kupplung 8 vorgenommen, bis eine Abweichung von 0 erreicht wird. Die Einstellung des Füllungsgrades FG erfolgt dann über die Ansteuerung der Ventileinrichtung 24, die die Durchflussmenge im Bypass 15 bestimmt. Die Steuerung – beziehungsweise bei Rückführung die Regelung der Drehzahl des Lüfters 7 ist Bestandteil einer Steuer- und / oder Regelung der Temperatur des Kühlmittels beziehungsweise einer diese wenigstens mittelbar charakterisierende

Größe. Bei dieser Ausführung ist Regelung der Drehzahl des Lüfters 7 in die Regelung auf konstante Kühlmitteltemperatur integriert. Es ist jedoch auch denkbar die Drehzahlregelung in der Steuerung gemäß Figur 3b zu integrieren. Ferner kann auch zur Regelung der Kühlmitteltemperatur nur eine Steuerung der Lüfterdrehzahl genutzt werden.

Die Figuren 5a und 5b verdeutlichen in schematisch stark vereinfachter Darstellung zwei weitere Möglichkeiten der Steuerung der vom Lüfter 7.5 abgebbaren Kühlleistung  $P_{\text{Lüfter}}$  durch Steuer- oder Regelung der Drehzahl des Lüfters 7.5, indem dazu die hydrodynamische Kupplung 8.5 genutzt wird. Dieser ist dabei jedoch ein eigenes Betriebsmittelversorgungssystem 34.5 unabhängig vom Kühlmittelkreislauf 5.5 zugeordnet. Der Kühlmittelkreislauf 5.5 der Antriebsmaschine 2 entspricht dabei dem in der Figur 2 beschriebenen, jedoch frei von einem Bypass mit in diesem angeordneter hydrodynamischer Kupplung 8.5. Für gleiche Elemente werden dabei die gleichen Bezugszeichen verwendet. Das Betriebsmittelversorgungssystem 34.5 der hydrodynamischen Kupplung 8.5 kann dabei verschiedenartig ausgeführt sein. Im dargestellten Fall wird dabei ein offener Kreislauf 35 verwendet. Dieser umfasst einen Betriebsmittelbehälter 36, der über entsprechende Leitungsverbindungen mit wenigstens einem Einlass 21.5 und einem Ablauf 23.5 der hydrodynamischen Kupplung 8.5 verbunden ist. Dieses System zeichnet sich durch eine konstante Auslassöffnung in der hydrodynamischen Kupplung aus. Dabei ändert sich der Füllungsgrad der hydrodynamischen Kupplung 8.5 mit Änderung des zugeführten Fluidstromes. Diese Änderung wird durch eine Kühlpumpe 37 eingestellt, welche dem Betriebsmittelbehälter 36 in Zuflussrichtung zum Arbeitsraum 11 der hydrodynamischen Kupplung 8 nachgeschaltet ist. Dieses System unterscheidet sich zwar konstruktiv von dem in der Figur 1 beschriebenen, jedoch können mit diesem System die gleichen Steuer- und Regelvorgänge vorgenommen werden. Entscheidend ist, dass zur Steuerung der Leistungsabgabe des Lüfters 7 die Nutzung einer hydrodynamischen Kupplung mit veränderlichem Füllungsgrad erfolgt. Demgegenüber verdeutlicht die Ausführung gemäß Figur 5b eine

Ausbildung des Betriebsmittelversorgungssystems 34.5. mit einem geschlossenen Kreislauf 42, der druckdicht an einen Betriebsmittelbehälter 36.5 angeschlossen ist. Dabei sind Mittel 43 zur Erzeugung eines statischen Überlagerungsdruckes auf den Betriebsmittelspiegel im Behälter vorgesehen, welche die Stelleinrichtung 38 der Kupplung 8.5 zur Änderung des Leistungsübertragungsverhaltens, insbesondere des übertragbaren Momentes in Form von Mitteln 44 zur Änderung des Füllungsgrades bilden.

Figur 6 verdeutlicht in schematisch vereinfachter Darstellung eine Weiterentwicklung gemäß Figur 2, bei welcher eine zusätzliche über eine steuerbeziehungsweise regelbare beliebig ausführbare Kupplung 45 antreibbare zweite Kühlmittelumwälzpumpe 46 im Kühlmittelkreislauf angeordnet ist. Diese ist ferner über eine Drehzahl-/Drehmomentwandlungseinheit 47, beispielsweise in Form eines Stirnradsatzes 48 mit der Antriebsmaschine 2 gekoppelt. Diese Lösung bietet den Vorteil einer freien Einstellbarkeit der Fördermenge der Kühlmittelumwälzpumpe 46 unabhängig von der Drehzahl der Antriebsmaschine 2. Diese

# Bezugszeichenliste

	1, 1.5	Antriebsanlage
	2, 2.5	Antriebsmaschine
5	3, 3.5	Verbrennungskraftmaschine
	4, 4.5	Kühlsystem
	5, 5.5	Kühlmittelkreislauf
	6	Kühleinrichtung
	7, 7.5	Lüfter
	8, 8.5	hydrodynamische Kupplung
	9	Primärrad
	10	Sekundärrad
	11	Arbeitsraum
	12	Kurbelwelle
15	13	Lüfterantriebswelle
	14	Kühlmittelumwälzpumpe
	15	Bypass
	16	erster Kühlmittel führender Teil
	17	Zulauf
20	18	Ablauf
	19	zweiter Kühlmittel führender Teil
	20	erste Bypasssteilleitung
	21, 21.5	Einlass
	22	zweite Bypasssteilleitung
25	23, 23.5	Ablauf
	24	Ventileinrichtung
	25	Proportionalventil
	26	Steuervorrichtung
	27	Steuereinrichtung
30	28.1 bis	
	28.n	Eingang

	29	Ausgang
	30	Stelleinrichtung des Ventils
	31.1 bis	
	31.n	Einrichtung zur Erfassung der Betriebsparameter
5	31.1	Einrichtung zur Erfassung einer, die Drehzahl der Antriebsmaschine $n_{mot}$ wenigstens indirekt charakterisierenden Größe
	31.2	Einrichtung zur Erfassung einer, die Temperatur im Kühlmittelkreislauf 5 wenigstens indirekt charakterisierenden Größe
	31.3	Einrichtung zur Erfassung einer, den Fahrzustand wenigstens indirekt charakterisierenden Größe
	32	Thermostat
	33	Zulauf
	34, 34.5	Betriebsmittelversorgungssystem der hydrodynamischen Kupplung
	35	offener Kreislauf
15	36	Betriebsmittelbehälter
	37	steuer- und / oder regelbare Kupplung
	38	Stelleinrichtung
	39	Einrichtung zur Erfassung einer einen Betriebsparameter BP der Antriebsmaschine wenigstens mittelbar beschreibenden Größe;
20	40	Einrichtung zur Erfassung wenigstens einer den Fahrzustand FZ wenigstens mittelbar beschreibenden Größe
	41	Einrichtung zur Erfassung einer die Temperatur der Antriebsmaschine wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe
	42	geschlossener Kreislauf
25	43	Mittel zum Aufbringen eines statischen Überlagerungsdruckes auf den Betriebsmittelspiegel
	44	Mittel zur Änderung des Füllungsgrades
	45	verstellbare Kupplung
	46	zweite Kühlmittelumwälzpumpe
30	47	Drehzahl-/Drehmomentwandlungseinheit
	48	Stirnratsatz

49 Mittel zur Beeinflussung des Übertragungsverhaltens der hydrodynamischen Kupplung

$n_{\text{mot}}$  Drehzahl der Antriebsmaschine

$n_{\text{Lüfter}}$  Drehzahl des Lüfters

5  $T_{\text{Kühlmittel}}$  Temperatur im Kühlmittelkreislauf

$T_{\text{Soll-Kühlmittel}}$  Kühlmittel-Sollwert der Kühlmitteltemperatur

$\Delta T$  Regelabweichung der Kühlmitteltemperatur

$P_{\text{Lüfter}}$  vom Lüfter abzugebende Kühlleistung

$n_{\text{Soll-Lüfter}}$  Sollwert der Lüfter-Drehzahl

$n_{\text{Ist-Lüfter}}$  Istwert der Lüfterdrehzahl



## Patentansprüche

1. Antriebsanlage (1; 1.5);
- 1.1 mit einer Antriebsmaschine (2, 3; 2.5, 3.5);
- 5 1.2 mit einem Kühlsystem (4; 4.5) zum Kühlen der Antriebsmaschine (2, 3; 2.5, 3.5), umfassend einen Kühlmittelkreislauf (5; 5.5), eine Kühleinrichtung (6) und einen der Kühleinrichtung zugeordneten Lüfter (7; 7.5);
- 1.3 der Lüfter (7; 7.5) steht mit der Antriebsmaschine (2, 3; 2.5: 3.5) in Triebverbindung;
- gekennzeichnet durch das folgende Merkmal:
- 1.5 zwischen Antriebsmaschine (2, 3; 2.5: 3.5) und Lüfter (7; 7.5) ist eine steuer- oder regelbare Kupplung (37) angeordnet;
- 15 gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale: 1.6 die Kupplung (37) ist als hydrodynamische Kupplung (8; 8.5) ausgebildet, umfassend ein Primärrad und ein Sekundärrad, die miteinander einen mit Betriebsmittel befüllbaren Arbeitsraum (11) bilden;
- 1.7 mit einem der Kupplung zugeordneten Betriebsmittelversorgungssystem (34; 34.5);
- 20 1.8 mit Mitteln (49) zur Beeinflussung des Übertragungsverhaltens der hydrodynamischen Kupplung (8; 8.5).
2. Antriebsanlage (1; 1.5) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
- 25 2.1 mit einer Steuer und/oder Regelvorrichtung, umfassend wenigstens eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung;
- 2.2 mit der Steuer- und/oder Regeleinrichtung gekoppelten Erfassungseinrichtungen zur Erfassung der nachfolgend genannten Größen:
- 30 2.2.1 wenigstens einem aktuellen Betriebsparameter der Antriebsmaschine

- 2.2,2      wenigstens einer, den Betriebszustand der Antriebsanlage  
              wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe;  
2.2.3      wenigstens einer, die Temperatur im Kühlkreislauf wenigstens  
              mittelbar charakterisierenden Größe;  
5      2.3      die Steuer- und/oder Regeleinrichtung ist mit einer Stalleinrichtung  
              der Kupplung zur Beeinflussung des übertragbaren Momentes  
              verbunden.

3.      Antriebsanlage nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die  
              folgenden Merkmale:  
3.1      das Betriebsmittelversorgungssystem (34; 34.5) der  
              hydrodynamischen Kupplung (8; 8.5) wird vom Kühlsystem (4; 4.5)  
              gebildet;  
3.2      die Kupplung (8; 8.5) ist einer im Kühlsystem (4; 4.5) angeordneten  
15      Umwälzpumpe (14.5) in Strömungsrichtung nachgeschaltet;  
3.3      die Kupplung (8; 8.5) ist in einem Bypass (15) zum  
              Kühlmittelkreislauf (4; 4.5) angeordnet;  
3.5      mit einer im Kühlsystem (4; 4.5) angeordneten Ventileinrichtung (24)  
              als Stalleinrichtung der Kupplung (8; 8.5) zur Steuerung des  
20      Zuflusses von Betriebsmittel zum Arbeitsraum (11) der  
              hydrodynamischen Kupplung (8; 8.5).

4.      Antriebsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die  
25      Ventileinrichtung (24) im Kühlmittelkreislauf (4; 4.5) angeordnet ist.

5.      Antriebsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die  
              Ventileinrichtung (24) im Bypass (15) angeordnet ist.

6.      Antriebsanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch  
30      gekennzeichnet, dass die Ventileinrichtung (24) als Proportionalventil  
              (25) ausgebildet ist.

- 5
7. Antriebsanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 6, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 7.1 mit einer zweiten im Kühlkreislauf (4) angeordneten Umwälzpumpe (46);
- 7.2 die zweite Umwälzpumpe (46) ist der ersten Umwälzpumpe (14) vorgeschaltet;
- 7.3 die zweite Umwälzpumpe (46) ist über eine Drehzahl-/Drehmomentübertragungseinheit (47) zwischen Antriebsmaschine (2, 3) und Kupplung (8) mit der Antriebsmaschine (2, 3) gekoppelt;
- 7.5 die zweite Umwälzpumpe (46) ist verstellbar.
- 15
8. Antriebsanlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellbarkeit der zweiten Umwälzpumpe (46) über eine in der Triebverbindung zwischen Antriebsmaschine (2, 3) und zweiter Umwälzpumpe (46) angeordnete steuer- und/oder regelbare Kupplung (45) erfolgt.
- 20
9. Antriebsanlage nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die steuer- und/oder regelbare Kupplung (45) als hydrodynamische Kupplung ausgebildet ist.
- 25
10. Antriebsanlage (1, 1.5) nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 10.1 mit einem der Kupplung (8, 8.5) zugeordnetem separatem Betriebsmittelversorgungssystem (34; 34.5);
- 10.2 das Betriebsmittelversorgungssystem (34; 34.5) umfasst einen mit dem Arbeitsraum (11) gekoppelten Kreislauf (42);
- 30
- 10.3 mit dem Kreislauf (42) zugeordneten Mitteln (44) zur Änderung des Füllungsgrades im Arbeitsraum (11).

5 11. Antriebsanlage (1; 1.5) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Kreislauf (42) als geschlossener Kreislauf (42) ausgeführt ist, der druckdicht an einen druckdicht geschlossenen Betriebsmittelbehälter (36.5) gekoppelt ist und die Mittel (44) zur Änderung des Füllungsgrades Mittel (43) zum Aufbringen eines statischen Überlagerungsdruckes auf den Betriebsmittelspiegel im Betriebsmittelbehälter (36.5) umfassen.

15 12. Verfahren zur Optimierung der Energieversorgung eines Kühlsystems (4, 4.5) zur Kühlung mindestens eines Aggregates einer Antriebsanlage (1, 1.5), umfassend eine Antriebsmaschine, wobei das Kühlsystem (4, 4.5) mindestens einen Kühlkreislauf (5, 5.5) mit einer Kühleinrichtung (6) und einem dieser zugeordneten Lüfter (7; 7.5) umfasst, wobei der Lüfter (7; 7.5) mit der Antriebsmaschine (2, 3; 2.5, 3.5) in Triebverbindung steht;

12.1 bei welchem die Kühlleistung des Kühlsystems (4, 4.5) durch die vom Lüfter (7; 7.5) zur Wärmeaufnahme bereitstellbare Luftmenge gesteuert und/oder geregelt wird;

20 12.2 bei welchem die Steuerung und/oder Regelung der vom Lüfter (7; 7.5) zur Wärmeaufnahme bereitstellbaren Luftmenge durch Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl des Lüfters (7; 7.5) erfolgt;

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

25 12.3 bei welchem die Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl des Lüfters (7; 7.5) in Abhängigkeit der nachfolgend genannten Größen und der daraus ermittelbaren Änderung der Temperatur im Kühlkreislauf (5; 5.5) erfolgt:

30 12.3.1 wenigstens einem aktuellen Betriebsparameter der Antriebsmaschine (2, 3; 2.5, 3.5)

12.3.2 wenigstens einer, den Betriebszustand der Antriebsanlage (1; 1.5) wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe;

12.3.3 wenigstens einer, die Temperatur im Kühlkreislauf (5; 5.5) wenigstens mittelbar charakterisierenden Größe;

5 12.5 bei welchem als Stellgröße zur Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl des Lüfters (7; 7.5) das über eine zwischen Antriebsmaschine (2, 3; 2.5, 3.5) und Lüfter (7; 7.5) geschaltete Kupplung (8; 8.5, 37) übertragbare Moment oder eine, dieses wenigstens mittelbar charakterisierende Größe fungiert.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer mobilen Anwendung der Antriebsanlage (1; 1.5) die den Betriebszustand der Antriebsanlage (1; 1.5) wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen von den den Fahrzustand wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen bestimmt werden.

15

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass als die den Fahrzustand wenigstens mittelbar charakterisierenden Größen wenigstens eine der nachfolgend genannten Größen fungiert:

- eine, die von der Antriebsmaschine abgebare Leitung wenigstens mittelbar charakterisierende Größe
- eine die Betätigung einer Bremseinrichtung oder einer Vorwahrleinrichtung zur Einstellung eines Fahrerwunsches oder eines Fahrpedals wenigstens mittelbar charakterisierende Größe.

20

25

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die sich ergebende Änderung der Temperatur im Kühlkreislauf berechnet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die sich ergebende Änderung der Temperatur im Kühlkreislauf in Temperaturbereichen abgeschätzt wird.

5 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung und/oder Regelung der Drehzahl des Lüfters Bestandteil einer Regelung auf konstante Temperatur im Kühlmittelkreislauf ist.

## Antriebsanlage und Verfahren zur Optimierung der Energiebereitstellung für ein Kühlsystem einer Antriebsanlage

### Zusammenfassung

5

Die Erfindung betrifft eine Antriebsanlage ;

- mit einer Antriebsmaschine;
  - mit einem Kühlsystem zum Kühlen der Antriebsmaschine, umfassend einen Kühlmittelkreislauf, eine Kühleinrichtung und einen der Kühleinrichtung zugeordneten Lüfter;
  - der Lüfter steht mit der Antriebsmaschine in Triebverbindung;
- gekennzeichnet durch das folgende Merkmal:
- zwischen Antriebsmaschine und Lüfter ist eine steuer- oder regelbare Kupplung angeordnet;

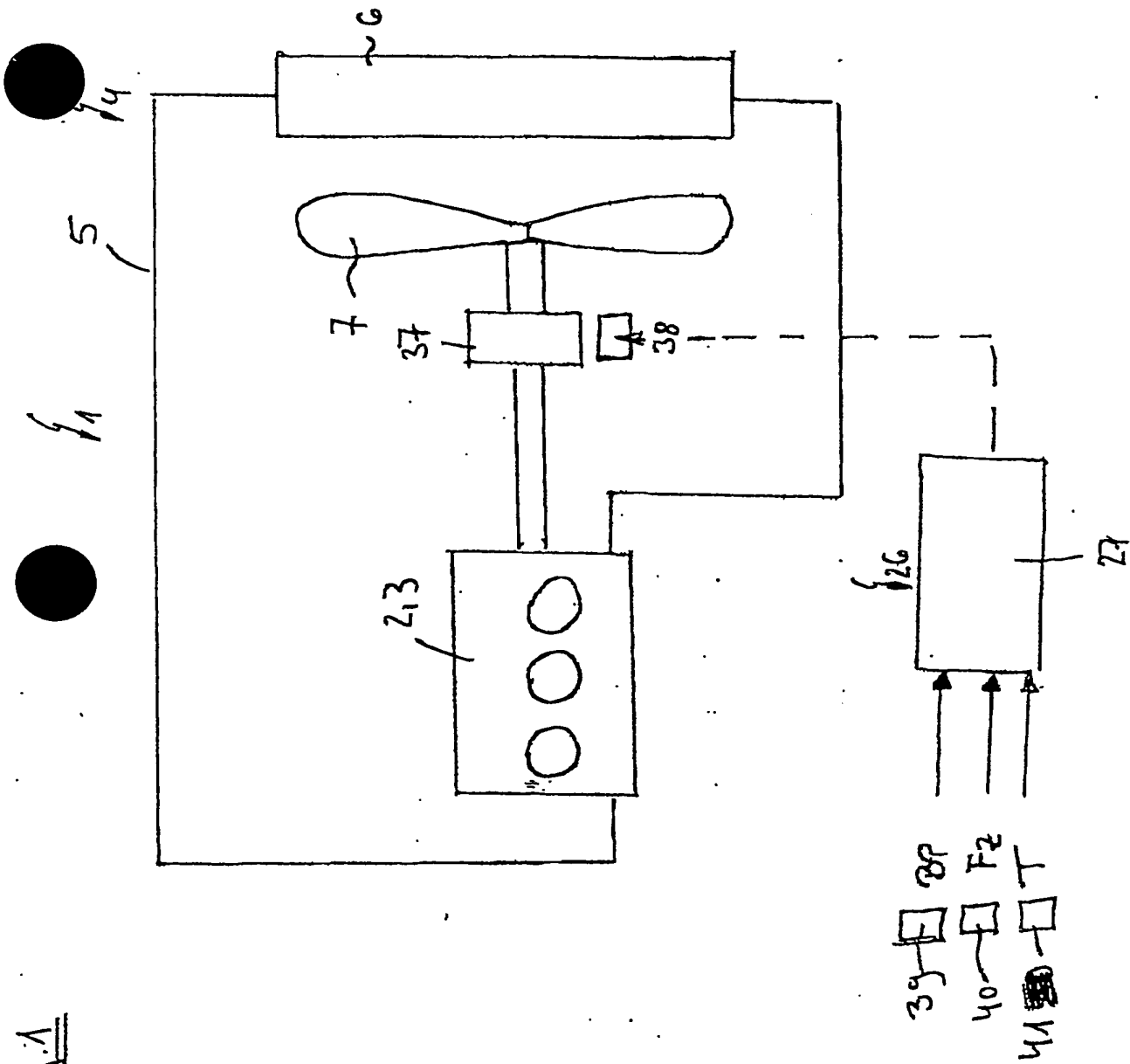
15

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

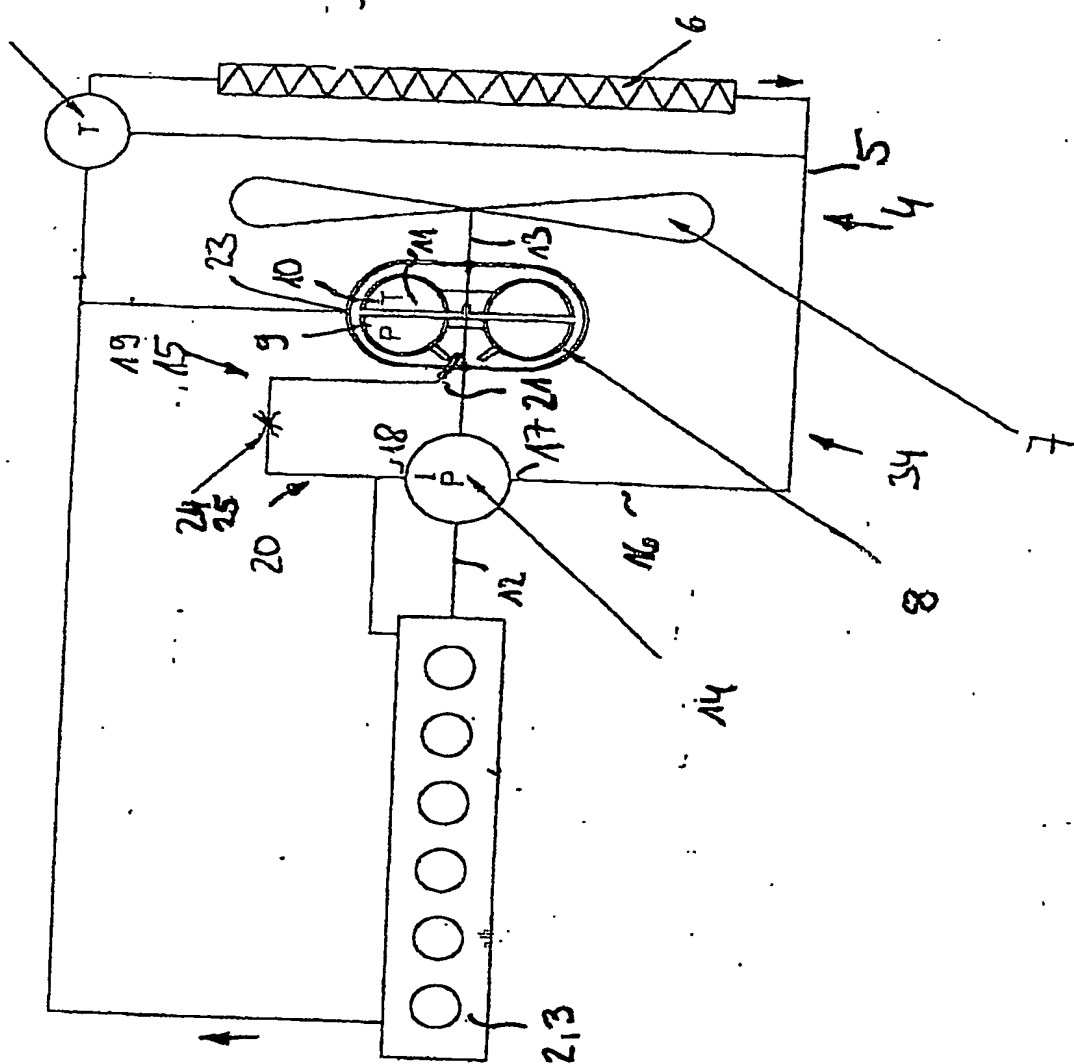
- die Kupplung ist als hydrodynamische Kupplung ausgebildet, umfassend ein Primärrad und ein Sekundärrad, die miteinander einen mit Betriebsmittel befüllbaren Arbeitsraum bilden;
- mit einem der Kupplung zugeordneten Betriebsmittelversorgungssystem;
- mit Mitteln zur Beeinflussung des Übertragungsverhaltens der hydrodynamischen Kupplung.

20

Fig. 1







11

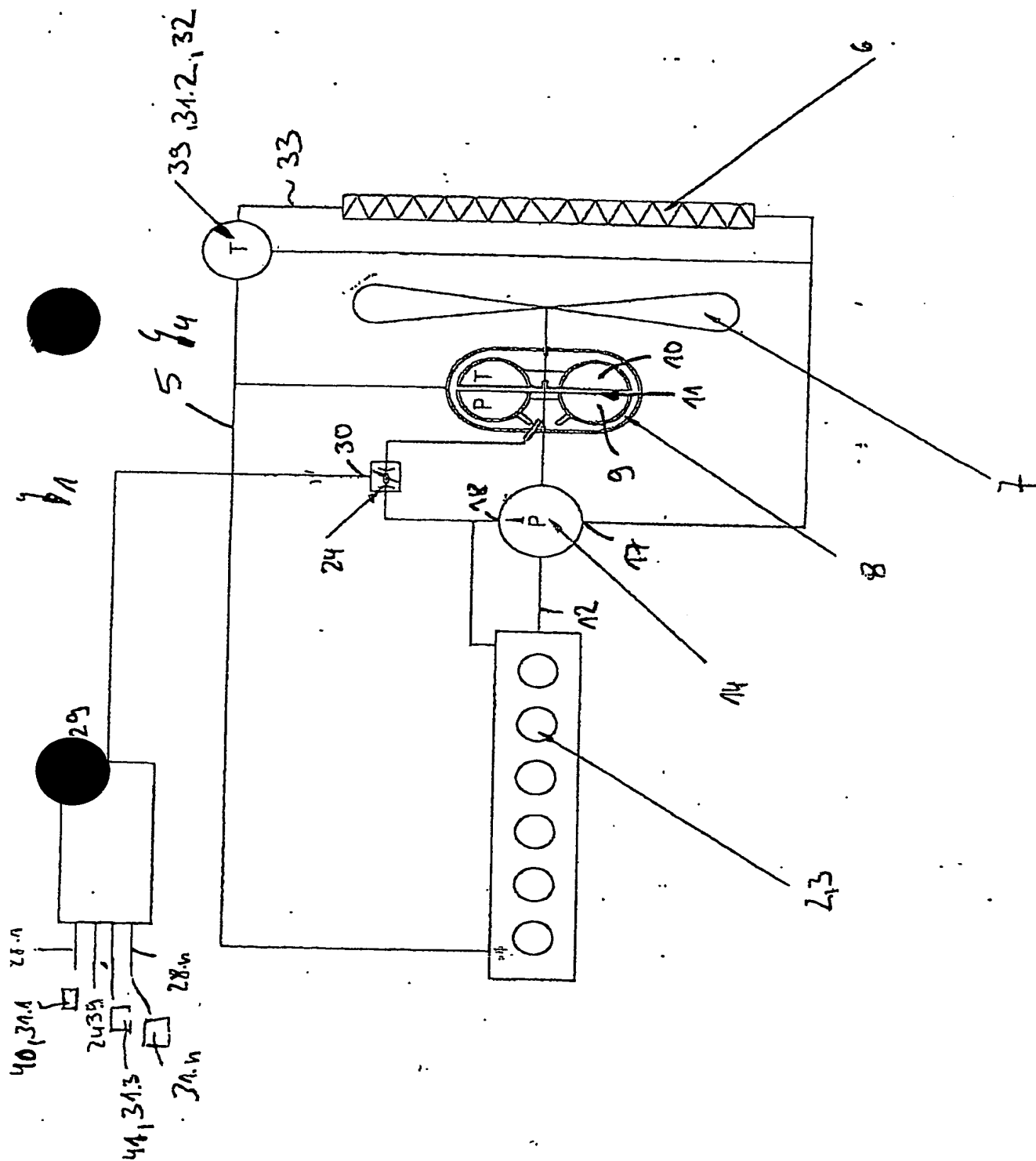


Fig. 3b

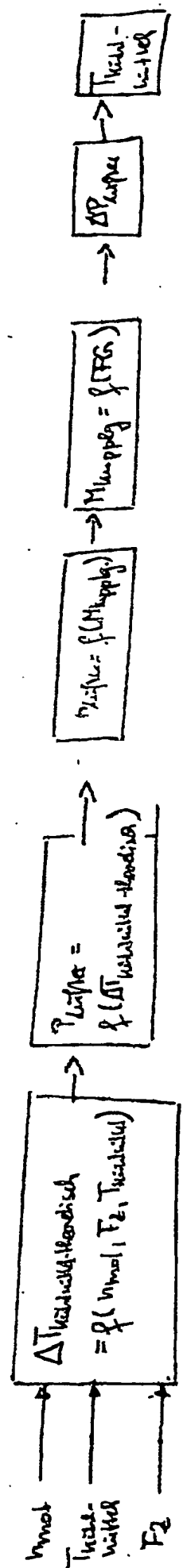


Fig. 4

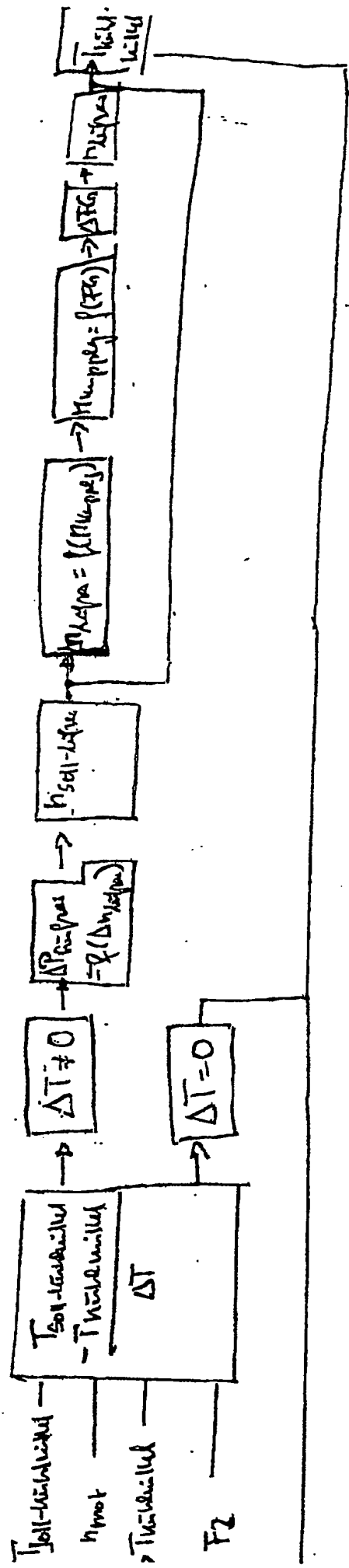


Fig. 59

11.5

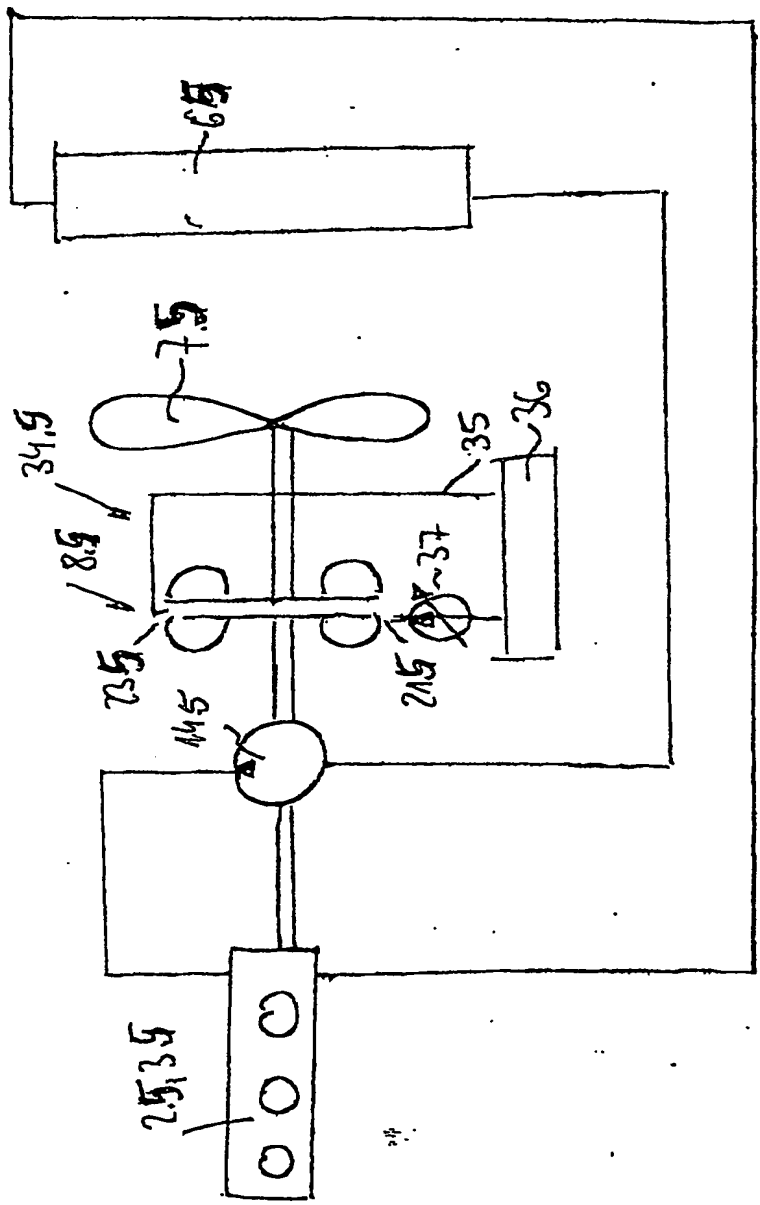


Fig. 5b

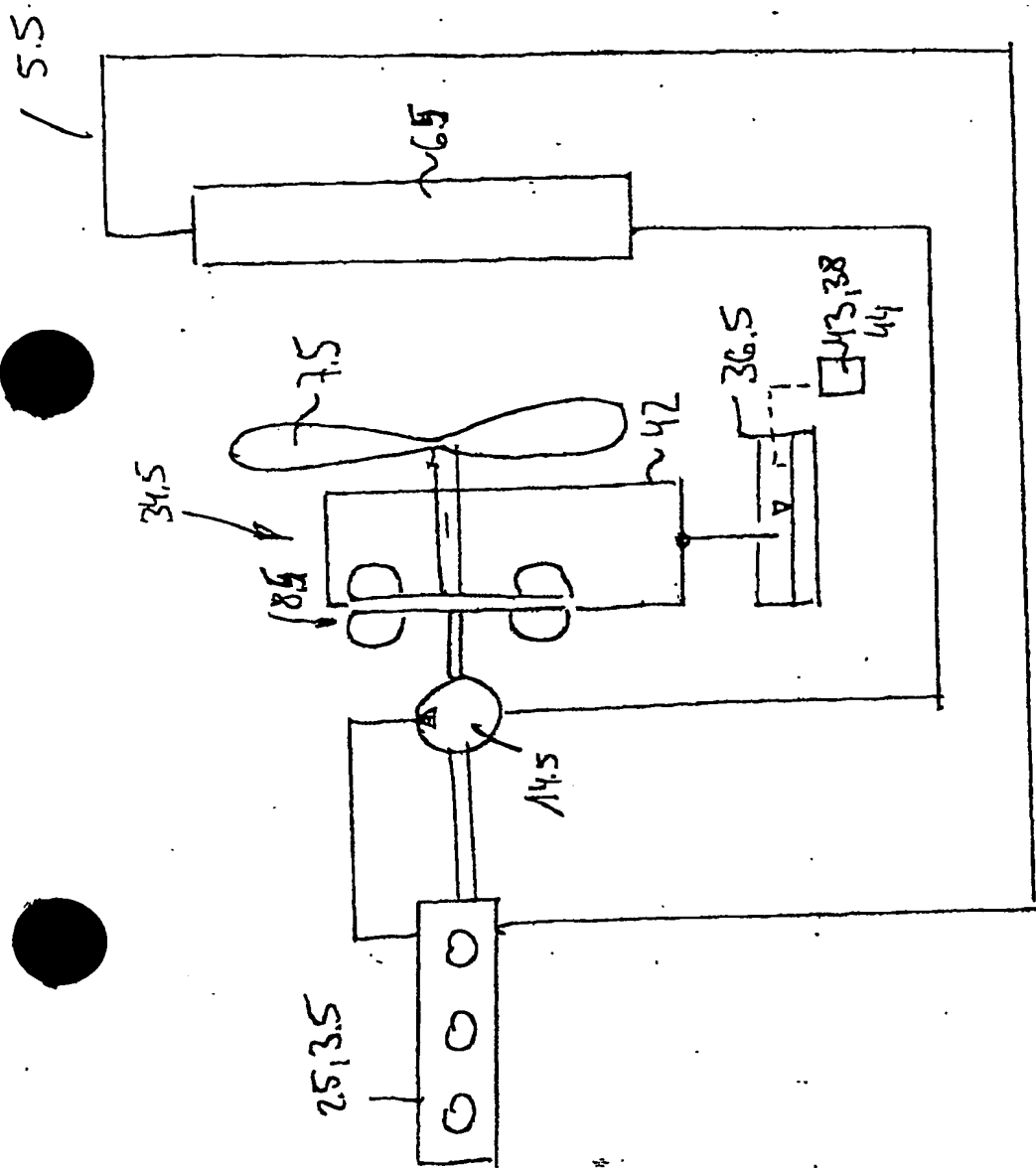
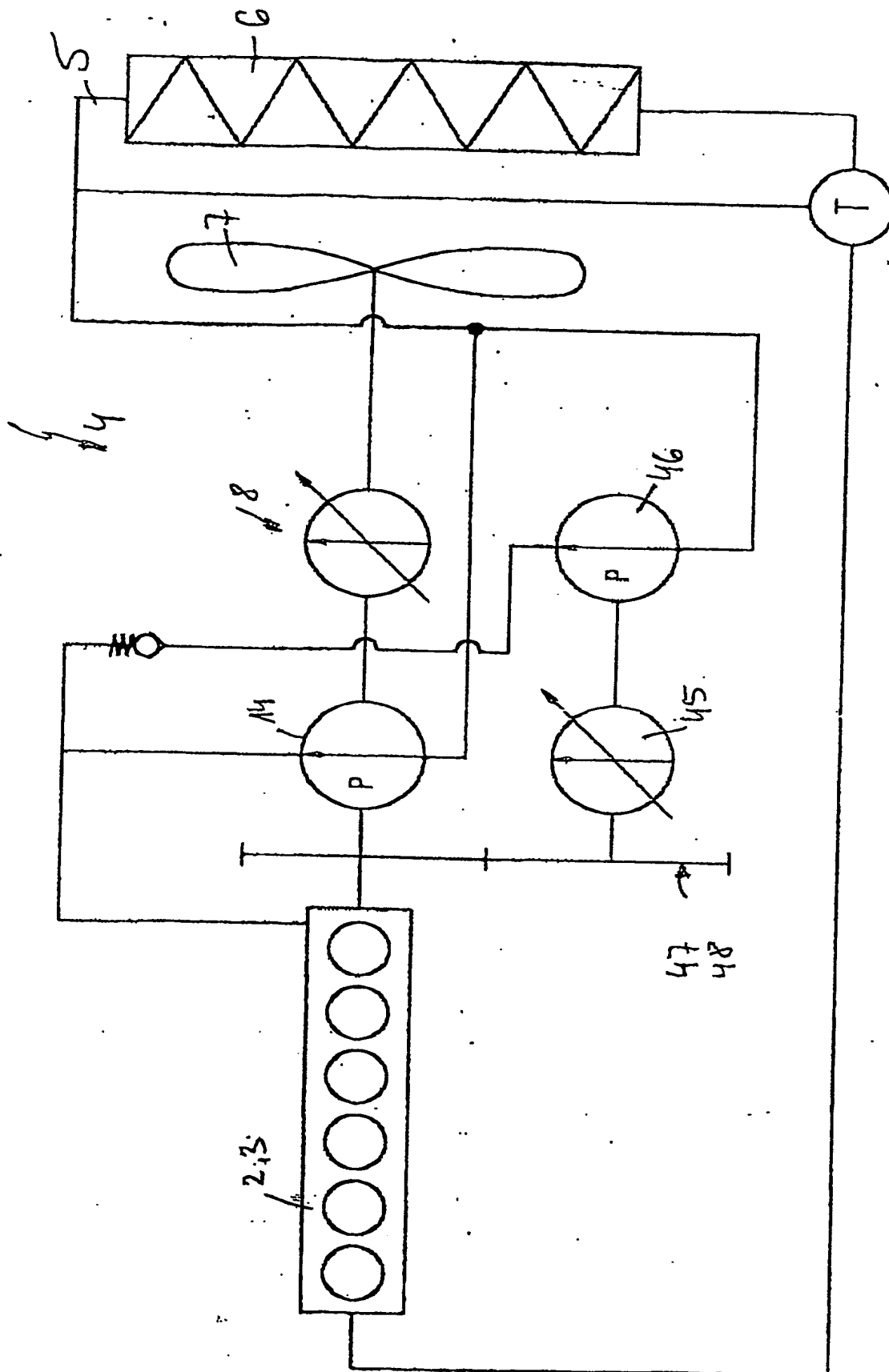


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**